

Developing and Testing Organic Fibrous Materials for Liquid Filtration: "Diatomaceous Earth Surrogate"

(FKZ 22P 1327)

New Application of 01/01/1996

Part II "Further Development and Technical Institute Phase"

The present new application contains the envisaged-aim description for the project phase II (Further Development and Technical Institute Phase). For information on the project phase I (Laboratory-Scale Phase), we refer to the Interim Report of 31/05/1995 and our Final Report (of January, 1996) in which the former progress of the project, the examinations made, and the results thereof are summarized.

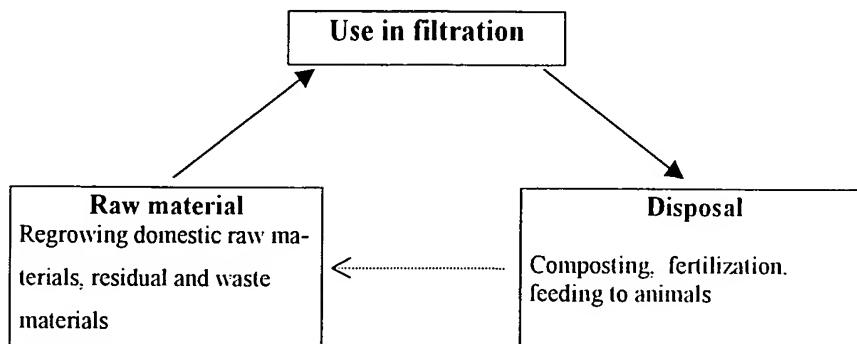
1 General aim of the project

The process of solid-liquid separation is a very decisive process step nowadays in most industrial manufacturing processes. Therefore, both filtration plants and filtration techniques are continuously improved in order to satisfy the steadily growing requirements with regard to economy, operator protection, environmental aspects, and waste disposal in an adequate form.

The present research project deals with developing environmentally harmless organic filtration aids (FAC's) which are intended to substitute for the diatomaceous earth, which is disadvantageous and, first and foremost, is noxious to health, in fields as wide as possible of the filtration technology. At the same time, attempts are made to utilize the biological resources as efficiently as possible by re-integrating high-quality residual and waste materials into the raw material cycle following an appropriate treatment.

Since regrowing raw materials from domestic cultivation areas are consistently used this makes an important contribution to promoting agriculture and forestry.

Ultimately, the aim is to point out viable disposal concepts according to which the exhausted filtration aids may be disposed of in a biological way which is acceptable environmentally.



2 Prospects of success, market situation

The (worldwide) overall demand for filtration aids currently is abt. 750,000 t annually and the far largest proportion of this market volume is constituted by inorganic substances such as diatomaceous earth, perlite or bentonite. In contrast, the proportion of filtration aids which are based on organic regrowing raw materials (cellulose, wood fibre materials, etc.) has hitherto amounted only to abt. 20,000 t annually, although their use offers numerous advantages as compared to inorganic filtration aids.

Thus, the organic filtration aids concerned are natural materials the quality of which varies only within very narrow limits and the occurrence of which may be renewed at regular intervals. In addition, using organic filtration aids neither has a risky effect on health nor is noxious to the environment or nature; this saves pumps and delivery elements of the filtration elements in the best way possible because of the non-abrasive aid nature. Finally, the exhausted filter cakes are disposed of via the agriculture (which partially is profitable) by composting them or feeding them to animals (see below).

On the contrary, mineral raw materials are naturally limited in their occurrence. Thus, in the diatomaceous earth case, more and more inferior qualities have to be

resorted to meanwhile, for instance, in order to meet the enormous demand in the industry. However, this inevitably leads to increasing expenses for cleaning and processing the diatomaceous earth, which has an adverse effect on the economic situation for a long run. More problems lie in the risk of many mineral raw materials entering the lungs, which fact has to be taken very seriously from the occupational medicine's point of view (diatomaceous earth is classified as "carcinogenic" in the U.S.). Do not forget the growing disposal problems which involve cost of abt. DM 600 per t of diatomaceous earth (beer filtration) and DM 1,500 per t of diatomaceous earth (technical filtration of problematic substances) already in many cases. Another drawback which rather is due to technical plants and causes current high expenses for the maintenance and renewal of sensitive plant components lies in the pronounced abrasiveness (grinding effect) of the mineral filtration aids.

Wood pulps, wood fibre materials

Regrowing domestic raw materials of a constant quality	Long-year practice (wood pulp), novel techniques (wood fibre materials)	<i>Target of this project</i>	Composting, feeding to animals, etc. with no problems
<i>Raw material situation</i>	<i>Production of FAC's</i>	<i>Using them in extremely fine filtration</i>	<i>Paths of disposal</i>
Foreign raw materials of limited occurrence, with a decrease in quality	Involves more expenses because of decreasing quality	Long-year proven practice	More expensive and increasingly problematic

Diatomaceous earth

A main reason for the rather weak market presence of organic materials which has existed in the filtration sector up to this date is that there is no application know-how. Thus, the predominant position of the inorganic filtration aids which has existed for decades resulted in the fact that no research or hardly any research was made for alternative options in the field of filtration.

It was only due to a growing environmental protection consciousness (raw materials, disposal) that the call for novel filtration aids which are less harmful environmentally became louder and louder. Therefore, it is only consequential that attempts are made, within suitable development projects, to close this gap by using wood pulp, wood fibre materials, flax, hemp, etc. (generally called yearlings) from domestic production.

The latter means that domestic agriculture and forestry are promoted, on one hand, and a closed raw material cycle is realized, on the other, by using regrowing raw materials and eliminating them via "biological" paths of disposal.

In this conjunction, it should be additionally noted that the market for inorganic (mineral) filtration aids is currently stagnating or even slightly decreasing in spite of decreasing raw material cost. In contrast, the sales figures which are increasing for wood pulps and wood fibre materials as before (although the raw material cost is increasing simultaneously) reflect the markedly growing demand for filtration aids free from inorganic materials on the market. For completeness, it should also be mentioned at this point that the beverage industry consumes about 250,000 to 300,000 t of filtration aids annually on a worldwide basis. The main clients are the various manufacturers of beer, wine, and fruit juices¹.

To give an idea of the very diversified applicabilities of organic filtration aids, the following table reports some important filtration fields in which the applicant has been successfully active on the market for years.

Fields of use for organic filtration aids				
Beverages	Foodstuffs	Chemistry	Metal	Sludges
Beer	Sugar	Alkali-metal chloride	Rolling oils	Industrial sludges
Wine	Liquid sugar	Polyether	Grinding oils	Municipal sludges
Juices	Glucose	Polyols	Honing oils	Mobile drainage
Spirits	Dextrose	Urea adhesives	Electrolytes	
	Fructose	Titanium dioxide	Electroeroding	
	Vegetable oils	Perborates	Super-finishing	
	Fats	Additives		
	Gelatine	Fermenting agents		
	Citric acid	Sodium phosphate		
	Vinegar	Steam condensate		
	Pectin	Phosphoric acid		
	Alginate	Liquid glass		

	Rennet Yeast	Compression aids Waste oil treatment		
--	-----------------	---	--	--

This shows that the potential for filtration aids is enormous because it has so diversified applications. At the same time, pressure rises on diatomaceous earth because it involves hazards to health (risk of entering the lungs, silicosis) and the disposal problems which are resolvable more and more difficultly. Therefore, big chances have to be conceded to an environmentally friendly, organic alternative against diatomaceous earth which, in the applicant's case, can be estimated at abt. 10,000 t annually (at the beginning).

¹ The beer output was abt. 118.5 million hl in Germany in 1994. If the demand for diatomaceous earth is 0.6 - 1.2 kg/hl this corresponds to a diatomaceous earth quantity of abt. 75.000 to 100.000 t which are to be disposed.

The applicant has become experienced both in the market for the filtration field for many years and has the customer contacts required and has an international sales network. Further, apart from being experienced for many years in processing (wood) fibre materials, he has an application-oriented technical development section. Scientific assistance may be given, amongst others, by the persons, companies, and institutions which follow:

- Prof. Dr. Patt, Dr. Odermatt (Institut für Holztechnologie, University of Hamburg)
- Prof. Dr. Bibingmaier (University of Essen)
- Dr. Menner (Fraunhofer Institut für Lebensmittel-Technologie of Munich)
- Institut für Brauereitechnologie, Weihenstephan (Technical University of Munich)
- The Alfred Handtmann Company, Armaturenfabrik GmbH + Co. KG of Biberach

2 Scientific and technical aims of work

3.1 Further development work

As a continuation of former development work, the examinations below are intended to be advanced or completed:

1. Make more economical and, hence, more market-related the FAC's formulated hitherto by a gradual substitution of more expensive components for cheaper substances. What is envisaged is substitution for starch(es), fibrillated wood pulp and, above all, a lye-treated wood fibre material. Consequently, it is indispensable to modify the recipes, proceeding from what has been achieved hitherto, to such an extent that they can compete with diatomaceous earth both in price and efficiency.
2. Taking care to employ proper microbiology, extend the tests to unfiltered (beer) substances because even farther-reaching quality criteria require to be satisfied for beer as compared to turbid yeast slurries (nitrogen rates, lustre, flavour, colour, bitter substances). At this stage, further continuous formulation optimizations will be necessary because different demands to the products will have to be met again and again in response to the respective beer type required. A supporting supervision of practical tests on large-size plants as well as the microbiological examinations, for a check of the filtration results, should be performed by the Institut für Brauereitechnology, Weihenstephan (of the Technical University of Munich).
3. Finally, let the laboratory tests pass over into practice-related brewery tests in order to test the newly developed FAC's under real conditions.
There is still some development necessary with regard to a final formulation of the compounds for practical use because both different filtration systems and different beers require individual accommodations each of the filtration aid compound to be used. For instance, the filter load to be expected in filtering yeast-containing weiss beer is far higher, because of the process, than is the filter load in filtering pils beers or lager beers. Further, varying CO₂ contents or other production-related specific features of the beer type concerned also require that the filtration aid compounds used be purposefully accommodated.

Since this individual adaptation of the process is also indispensable in filtering substances containing diatomaceous earth it has to be consequently presumed that continuous, accompanying optimization is also required if the FAC's containing no diatomaceous earth are introduced. For a support of this optimization work, the collaboration of filtration experts of the Handtmann Company of Biberach should be resorted to.

4. Permanent recipe and process optimizations must be expected at the stage of testing at the Technical Institute or practical testing in large-size plants. Also here, it will be necessary to take account of the requirements to a great variety of very different beverage types by individually accommodating the compound composition thereto.

In addition, the results of the laboratory-scale filter cannot be transferred to large-size plants at the same scale because the equipment dimensions which are considerably smaller, amongst other things, will cause changes to the flow characteristics and fluid mechanics.

5. In parallel with doing development work in the beer filtration field, diversify the possible applications of the organic filtration aids to develop more applications. Similarly to what was stated, large-scale tests and current compound optimizations should be coordinated with each other also in other fields of use.

3.2 Technical Institute

Since the laboratory-scale filter, because of its dimensions, is suited for use only in pre-optimizing FAC's practical tests require to be made in a large-size plants at an advanced stage of development. Since the material quantities needed for this purpose are so large that they cannot be prepared on a laboratory scale during an acceptable period it is indispensable to transfer "Patt's process" to the plant of the Technical Institute.

As was described already in our Interim Report of 31/05/1995 an inquiry was made to ASAM Technologie GmbH of Baienfurt with regard to a Technical Institute Plant. A summary of the essential plant components which would be required to carry out

the production of samples in Baienfurt can be found in the annex to the aforementioned Interim Report.

As an alternative, contacts were taken up with *Microcellulose Weissenborn GmbH + Co.* of Weissenborn/Saxony. Since substantial portions of the technical infrastructure required (waste water treatment, etc.) and project-relevant "know-how" have existed already at the location of Weissenborn the tests supposed to be made on the Technical Institute plant there would be realized better and, above all, at a lower cost expenditure.

Generally, the process steps below are required to prepare lye-treated wood fibre material according to "Patt's process" (with a schematic representation of the process flow described being found in the appended sketch of the plant):

- Heat the caustic soda solution to abt. 90 °C
- Proportion the 0.1 – 0.4 % hot caustic soda solution
- Proportion the wood fibre material (to a solid content of abt. 10 %)
- Carry out the process stage proper (using a reaction time of 30 – 60 minutes at about 80 °C)
- Carry out the pre-wash, neutralization, and after-wash on the linear belt filter
- Dry the material (e.g. in the conveying drier)
- Grind and grade
- Treat the effluent water

Since these data, of course, are to be construed as rough guidelines only a fine adjustment of the process parameters is absolutely indispensable, also with regard to the economy of a large-scale technical process. Apart from this fact, numerous parameters still wait to be optimized also in a chemical/analytical respect because only a clarification was initially made as to whether the annoying extractable matter may be reduced at all in a feasible way (feasibility study).

For these reasons, however, further supervision of the development work by a competent chemical/analytical institute not only is necessary, but is imperative. In view of the fact that work has hitherto been performed to a full satisfaction at the Institut für Holzchemie of the University of Hamburg it seems desirable that

Professor Patt's working team should continue to be involved in the supervision of the project.

3.3 Practical tests

Practical tests are made on various large-size plants after sufficient quantities of "lye-treated wood fibre material" are prepared. As was mentioned several times, continued recipe and process optimizations are expected in this field. The guideline applied to tests made on common industrial drum filters is abt. 5 – 10 t of material, as an estimate, for which reason the total quantity of material to be produced on a plant of the Technical Institute is abt. 100 t.

3.4 Disposal

The filtration sector is a very versatile field of use which finds an application in nearly all modern industries in a varied form. Therefore, it is impossible to develop *one* global concept for the disposal of exhausted filtration aids.

Diatomaceous earth, as an inorganic raw material, poses numerous problems with regard to disposal. Burning the exhausted earth is impossible as it has neither a calorific value nor is combustible and, moreover, its fine-particle dusts heavily damage flue gas filters and other safety equipment. Spreading it on arable land and ploughing it in subsequently is problematic as well because feeding inorganic material to the soils is not possible to an unlimited extent. Likewise, reprocessing the exhausted earth is no practicable alternative of disposal because it involves expenditure and cannot recycle the very large quantities of exhausted diatomaceous earth in an economical way.²

In addition, since (chemical) stabilizers are frequently used and added in the field of beer filtration the exhausted diatomaceous earth, as a rule, has to be sent to a special waste dumping site. The resultant cost, as an average, amount to abt. 600 DM/t of diatomaceous earth (for beer filtration) and abt. 1,500 DM/t of diatomaceous earth (for the technical filtration of problematic materials). It is impossible to mix the earth with malt spent grains because the Feeding Stuff Ordinance does not allow it.

On the contrary, organic filtration aids on a wood pulp or wood fibre basis provide different possibilities of disposal. For instance, cellulosic filter cakes from the metal-

working industry (which are used to separate metallic chips) may be fed to a blast furnace, where it proves beneficial that the cellulose itself has a relatively large calorific value or useful heat output. Furthermore, the recovery of the separated valuable material (metallic chips) in the form of molten metal is a positive side-effect.

² Between 75,000 and 100,000 t of diatomaceous earth require to be disposed of annually in Germany. The resultant cost incurred varies between 50 and 1,500 DM/t (situation of 1994).

Another possible option for the disposal of organic filtration aids is to compost the exhausted materials as far as the cakes are not contaminated by any substances which are harmful environmentally (chemicals, oil, etc.). Large amounts of organic filtration aids are spent by the sugar and starch industries. The filter cakes are sold here, at a high profit, to mixed-provender producers who use the nutritious material to feed animals with.

Within the present project, this is the reason why two different ways of disposal for exhausted filtration aids now will be examined for their practicability and possible use in other applications.

1. **Composting** As recommended by Prof. Dr. Schröder (Senior Technical College of Rosenheim) contacts were taken up into with Prof. Dr. Bibingmaier (University of Essen) and Dr. Menner (Fraunhofer Institut für Lebensmittel-Technology of Munich). Their collaboration and consultancy is intended, amongst other things, to find the best manner possible of composting filtration waste (rotting it outdoors, using bio-reactors, etc.). An examination is needed to assess its direct use for soil amelioration by spreading it onto arable land or gardens (a closed raw material cycle) as well as in forestry.
2. **Feeding them to animals** Several customers of the applicant (e.g. the Cerestar company of Krefeld) dispose of their exhausted filter cakes by selling them to mixed-provender producers. An examination is intended to be made, along with these customers, on the extent to which this concept can also be transferred to other filtration applications.

Summarizing, let it be pointed out that the possibilities of disposal which exist already provide positive ideas for further developments. If it should really work well to substitute the diatomaceous earth on the market to a major extent these concepts will be expandable and need to be completed by more alternative ways in the future.

4 State of science and technology

Now that the advanced filtration technology represents a field of use which is so diversified and differentiated no general survey of the state of the art may be given here. Instead, reference is made to the indications in the original project application for Phase I (the laboratory-scale phase) and to the references which follow.

- "Handbuch der industriellen Fest/Flüssig-Filtration". H. Gasper (Hrsg.), Hüthig Verlag, Heidelberg (1990).
- "Brauereitechnologie der 90-er Jahre". H. Schafft, Mögglingen, Seminar an der Ingenieurschule für Lebensmittelinstrie, Dippoldiswalde (1990).
- "Grenzflächenkräfte und Fest-Flüssig-Trennung". W. Gösele, Ludwigshafen. *Filtrieren und Separieren* 9/1 (1955). 14.
- "Sterilfiltration von Bier". J. Kiefer. *Brauindustrie* 11 (1993), 86.
- "Kieselgurfiltration, ein Überblick über die theoretischen Grundlagen". J. Kiefer. *Brauwelt* (Sonderdruck).
- "Kriterien der Fein- und Entkeimungsfiltration und ihre Bewertung". R. Gaub. *Brauwelt* 1/2 (1993). 20.
- "Einsatz von Stärke und Zellstoff. Grenzen bei der Kieselgur-Bierfiltration". H. Willmar, Weihenstephan. *Brauwelt* 126/4 (1985), 126.
- "Cellulose als Filterhilfsmittel". J. Speck, München. *Brauwelt* 124/46 (1984), 2058.
- "Filtration". G. Schmidt, Gräfelfing. *Brauindustrie* 2 (1989), 94.

5 Former work done by the applicant

JRS have been processing wood flour and celluloses into high-quality fibrous materials for decades and these are meanwhile employed in more than 50 different industries. A product know-how of their own was developed and improved

particularly in the fields of thermal process engineering (drying), grinding/fibrillating, grading/screening, granulating, compacting, pelletizing, etc. JRS are marketing their products via a worldwide sales network which meanwhile comprises more than 100 agencies.

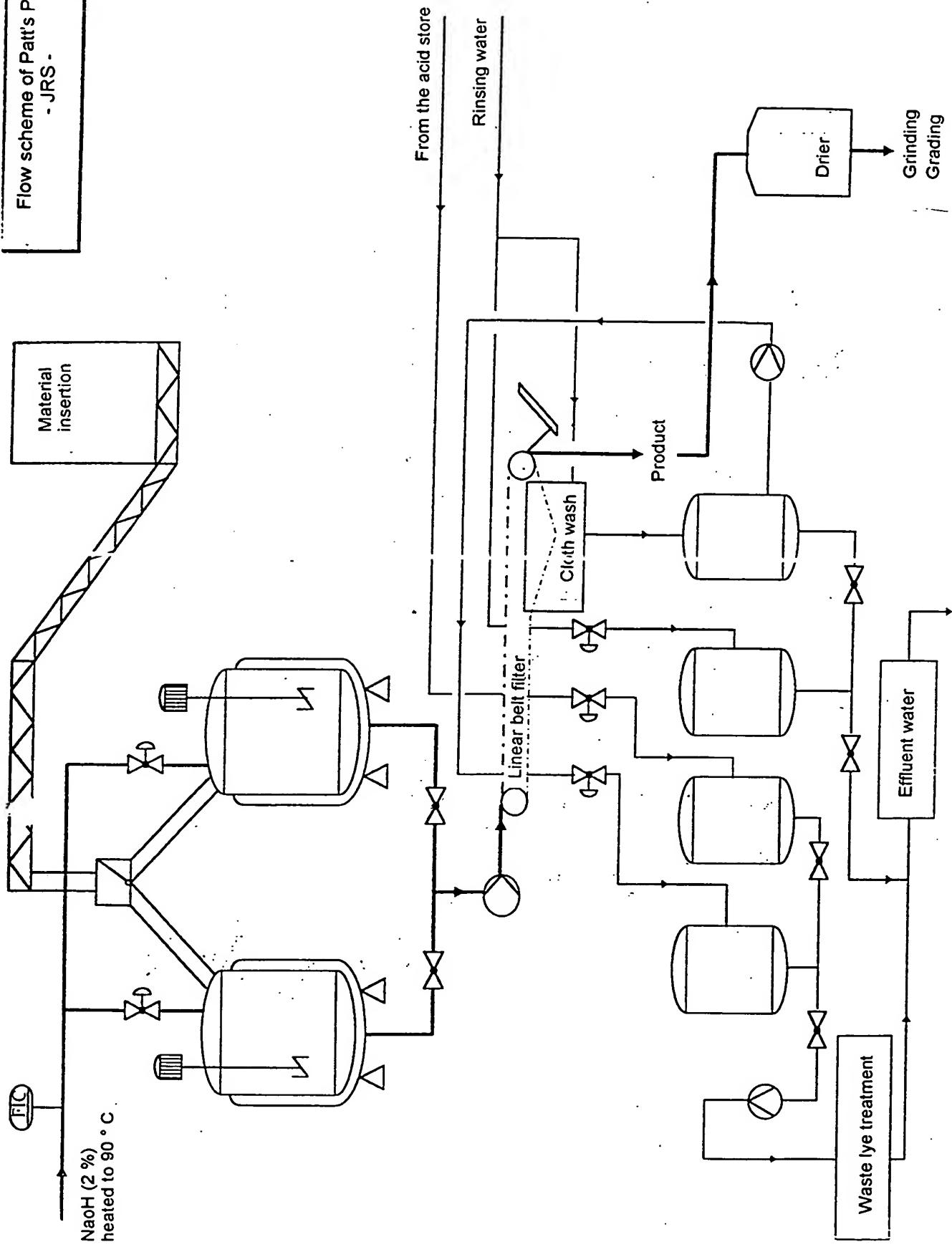
Filtration applications are an important field of activity of the company. Even here, extensive knowledge and experience was acquired in application technology and is being extended and improved continuously in a contact with the customers.

For information on Project Phase I (laboratory-scale phase), reference is made to the Interim Report of 31/05/1995 and our Final Report (of January, 1996) which summarizes the progress of the project up to now, the examinations made and the results thereof. In addition, the progress of the project up to now, and further development work envisaged were also set forth in detail in a personal talk with Dr. Gottschau (FNR).

6 Work flow scheme

See the enclosed annex.

Flow scheme of Palt's Process
- JRS -



Entwicklung und Erprobung von organischen Faserstoffen für die Flüssigfiltration – „Kieselgurersatz“

(FKZ 22P 1327)

Neubeantragung zum 01.01.1996
Teil II „Weitere Entwicklung und Technikumsphase“

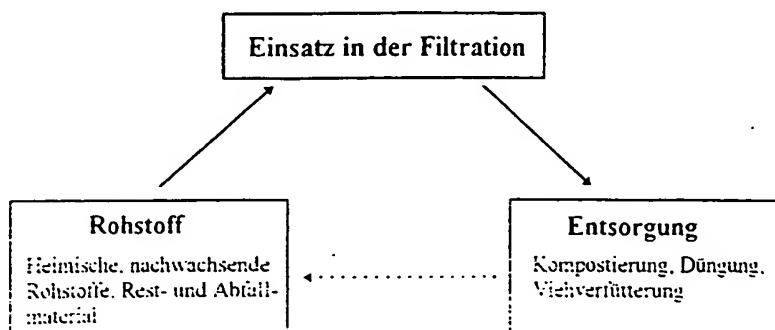
Der vorliegende Neuantrag beinhaltet die Vorhabenbeschreibung zur Projektphase II (weitere Entwicklung und Technikumsphase). Für Informationen zu Projektphase I (Laborphase) sei auf den Zwischenbericht vom 31.05.1995 bzw. unseren Abschlußbericht (Jan. 1996) verwiesen, in denen der bisherige Projektverlauf, die durchgeführten Untersuchungen sowie deren Ergebnisse zusammenfassend dargestellt sind.

1 Gesamtziel des Vorhabens

Das Verfahren der Fest-Flüssig-Trennung ist heutzutage bei den meisten industriellen Fertigungsprozessen ein ganz entscheidender Prozeßschritt. Daher werden sowohl Filtrationsanlagen als auch Filtrationsverfahren kontinuierlich weiterentwickelt, um den ständig wachsenden Anforderungen im Hinblick auf Wirtschaftlichkeit, Schutz des Bedienpersonals, Umweltaspekte und Entsorgung der Rückstände in angemessener Form zu entsprechen.

Das vorliegende Forschungsvorhaben befaßt sich mit der Entwicklung umweltfreundlicher, organischer Filterhilfsmittel (FHM), welche die nachteilige und vor allem gesundheitsgefährdende Kieselgur in möglichst weiten Bereichen der Filtrationstechnologie ersetzen sollen. Gleichzeitig wird eine möglichst effektive Nutzung der biologischen Ressourcen angestrebt, indem hochwertige Rest- und Abfallstoffe, nach einer entsprechenden Behandlung, wieder in den Rohstoffkreislauf eingebunden werden.

Durch konsequente Nutzung von nachwachsenden Rohstoffen aus heimischen Anbaugebieten wird damit ein wichtiger Beitrag zur Förderung der Land- und Forstwirtschaft geleistet. Schließlich sollen tragfähige Entsorgungskonzepte aufgezeigt werden, nach denen die verbrauchten Filterhilfsmittel auf biologischem und umweltverträglichem Weg beseitigt werden können.



2 Erfolgsaussichten, Marktsituation

Der Gesamtbedarf (weltweit) an Filterhilfsmitteln liegt derzeit bei ca. 750 000 t pro Jahr, wobei der weitaus größte Anteil dieses Marktvolumens von anorganischen Stoffen wie Kieselgur, Perlite oder Bentonite etc. gestellt wird. Dagegen beläuft sich der Anteil an Filterhilfsmitteln, die auf organischen, nachwachsenden Rohstoffen basieren (Cellulose, Holzfaserstoffe etc.), bislang nur auf ca. 20 000 t pro Jahr – obwohl deren Verwendung, im Vergleich zu anorganischen Filterhilfsmitteln, zahlreiche Vorteile bietet.

So handelt es sich bei den organischen Filterhilfsmitteln um natürliche Materialien, deren Qualität nur in geringen Grenzen schwankt und deren Vorkommen in regelmäßigen Abständen erneuert werden kann. Zudem birgt die Verwendung von organischen Filterhilfsmitteln weder gesundheitliche Risiken noch schädliche Auswirkungen für Umwelt und Natur; Pumpen und Förderelemente der Filtrationsanlagen werden aufgrund des nicht-abrasiven Verhaltens bestmöglich geschont. Und schließlich lassen sich die verbrauchten Filterkuchen (teilweise gewinnbringend) über Landwirtschaft, Kompostierung oder Viehverfütterung entsorgen (siehe unten).

Mineralische Rohstoffe sind dagegen in ihrem Vorkommen naturgemäß begrenzt. So muß beispielsweise bei Kieselgur inzwischen mehr und mehr auf minderwertige Qualitäten zurückgegriffen werden, um dem enormen Bedarf der Industrie gerecht zu werden. Dies führt jedoch zwangsläufig zu steigenden Aufwendungen für die Reinigung und Verarbeitung der Kieselgur, was langfristig die wirtschaftliche Situation negativ beeinflußt. Weitere Probleme liegen in der Lungengängigkeit vieler natürlicher Mineralstoffe, die aus arbeitsmedizinischer Sicht sehr ernst zu nehmen sind (Kieselgur ist in den USA als „krebsfördernd“ eingestuft). Nicht zu vergessen die wachsende Entsorgungspräzessmatik, die in vielen Fällen bereits Kosten von ca. 600 DM/t Kieselgur (Bierfiltration) bzw. 1500 DM/t Kieselgur (technische Filtration von Problemstoffen) verursacht. Ein weiterer, eher anlagentechnischer Nachteil, der zu hohen laufenden Kosten für Wartung und Erneuerung empfindlicher Anlagenteile führt, liegt in der ausgeprägten Abrasivität (Schleifwirkung) der mineralischen Filterhilfsmittel.

Zellstoffe, Holzfaserstoffe

Heimische, nachwachsende Rohstoffe, gleichbleibende Qualität	Viele Jahre Praxis (Zellstoff), neue Verfahren (Holzfaserstoffe)	<i>Zielpunkt dieses Projekts</i>	Kompostierung, Viehverfütterung etc., problemlos
<i>Rohstoffsituation</i>	<i>Produktion der FHM</i>	<i>Einsatz in der Feinstfiltration</i>	<i>Entsorgungswege</i>
Ausländische Rohstoffe, Vorkommen begrenzt, Qualität nimmt ab	Wird aufwendiger, wegen sinkender Qualität	Viele Jahre Praxis, erprobt	teuer, immer problematischer

Kieselgur

Ein Hauptgrund für die seither eher geringe Marktpräsenz organischer Materialien im Filtrationssektor liegt vor allem im fehlenden Anwendungs-Know How. So führte die jahrzehntelange Vorrechtstellung der anorganischen Filterhilfsmittel dazu, daß im Bereich der Filtration nicht oder nur kaum nach alternativen Möglichkeiten geforscht wurde.

Erst im Zuge eines wachsenden Umweltbewußtseins (Rohstoffe, Entsorgung) wurde bzw. wird der Ruf nach neuen, umweltfreundlicheren Filterhilfsmitteln immer lauter. Es ist daher nur konse-

quent, daß im Rahmen geeigneter Entwicklungsprojekte versucht wird, diese Lücke unter Einsatz von Zellstoff, Holzfaserstoffen, Flachs, Hanf etc. (allg. Einjahrespflanzen) aus heimischer Produktion zu schließen.

Letzteres bedeutet zum einen die Förderung der hiesigen Land- und Forstwirtschaft und zum anderen die Realisierung eines geschlossenen Rohstoffkreislaufs, durch Verwendung von nachwachsenden Rohstoffen und Rückführung derselben über „biologische“ Entsorgungswege.

In diesem Zusammenhang ist noch zu bemerken, daß der Markt für anorganische (mineralische) Filterhilfsmittel trotz sinkender Rohstoffkosten derzeitig stagniert bzw. leicht rückläufig ist. Dagegen widerspiegeln die nach wie vor steigenden Absatzzahlen bei Zell- und Holzfaserstoffen (trotz gleichzeitig steigender Rohstoffkosten) die deutlich wachsende Nachfrage des Marktes nach anorganika-freien Filterhilfsmitteln. Der Vollständigkeit halber sei an dieser Stelle auch noch erwähnt, daß weltweit etwa 250 000 bis 300 000 t Filterhilfsmittel pro Jahr von der Getränkeindustrie verbraucht werden. Hauptabnehmer sind dabei die verschiedenen Hersteller von Bier, Wein und Fruchtsäften.¹

Um einen Eindruck von den vielfältigen Anwendungsmöglichkeiten für organische Filterhilfsmittel zu vermitteln, sind in der folgenden Tabelle einige wichtige Filtrationsbereiche dargestellt, in denen der Antragsteller schon seit Jahren mit Erfolg am Markt tätig ist.

Anwendungsbereiche für organische Filterhilfsmittel

Getränke	Nahrungsmittel	Chemie	Metall	Schlamm
Bier	Zucker	Chloralkali	Walzöle	Industrieschlämme
Wein	Flüssigzucker	Polyether	Schleiföle	Kommunale Schlämme
Säfte	Glucose	Polyole	Honöle	Mobile Entwässerung
Alkohol	Dextrose	Harnstoffleime	Elektrolyte	
	Fructose	Titandioxid	Erodieren	
	Pflanzenöle	Perborate	Superfinishen	
	Fette	Additive		
	Gelatine	Fermentationen		
	Zitronensäure	Natriumphosphat		
	Essig	Dampfkondensat		
	Pektin	Phosphorsäure		
	Alginate	Wasserglas		
	Lab	Preßhilfsmittel		
	Hefe	Altöllaufbereitung		

Fazit: Das Potential für Filterhilfsmittel ist aufgrund der vielfältigen Anwendungsbereiche enorm. Gleichzeitig wächst der Druck auf die Kieselgur infolge der gesundheitlichen Risiken (Lungengängigkeit, Silicose) und der immer schwerer zu lösenden Entsorgungsproblematik. Einer umweltfreundlichen, organischen Alternative zu Kieselgur müssen daher hohe Marktchancen eingeräumt werden, die im Falle des Antragstellers auf (zunächst) ca. 10 000 jato geschätzt werden können.

¹ 1994 betrug der Bieraussstoß in Deutschland ca. 118,5 Mio hl. Bei einem Kieselgurbedarf von 0,6–1,2 kg/hl entspricht dies einer zu entsorgenden Kieselgurmenge von ca. 75 000 bis 100 000 t.

Der Antragsteller verfügt sowohl über jahrelange Markterfahrung im Bereich der Filtration, als auch über die notwendigen Kundenkontakte und ein internationales Vertriebsnetz. Ferner steht neben jahrelanger Erfahrung in der Bearbeitung von (Holz-)Faserstoffen eine anwendungstechnisch orientierte Entwicklungsabteilung zur Verfügung. Wissenschaftliche Unterstützung kann unter anderem durch die nachgenannten Personen, Firmen bzw. Institutionen erfolgen:

- Prof. Dr. Patt, Dr. Odermatt (Institut für Holztechnologie, Universität Hamburg)
- Prof. Dr. Bibingmaier (Universität Essen)
- Dr. Menner (Fraunhofer Institut für Lebensmittel-Technologie, München)
- Institut für Brauereitechnologie, Weihenstephan (TU München)
- Fa. Alfred Handtmann, Armaturenfabrik GmbH + Co. KG, Biberach

3 Wissenschaftliche und technische Arbeitsziele

3.1 Weitere Entwicklung

Als Fortführung der bisherigen Entwicklungsarbeiten sollten folgende Untersuchungen vorangetrieben bzw. abgeschlossen werden:

1. Die bisher formulierten FHM-Gemische müssen durch schrittweise Substitution von teureren Komponenten durch billigere Substanzen rentabler und damit marktgerechter gestaltet werden. Vorgesehen ist dabei die Substitution durch Stärke(n), fibrillierte Zellstoffe und vor allem durch laugenbehandelten Holzfaserstoff. Infolgedessen ist es unumgänglich, die Rezepturen, ausgehend von dem bisher Erreichten, soweit zu modifizieren, daß sie sowohl preislich als auch leistungsmäßig mit der Kieselgur konkurrieren können.
2. Unter Berücksichtigung einer einwandfreien Mikrobiologie müssen die Versuche dann auf (Bier-)Unfiltrat ausgedehnt werden, da beim Bier im Vergleich zur Hefetrübe noch weiterreichende Qualitätskriterien zu erfüllen sind (Stickstoffwerte, Glanz, Geschmack, Farbe, Bitterstoffe etc.). Dabei sind im Zuge des Projektfortgangs weitere kontinuierliche Formulierungs-optimierungen notwendig, da in Abhängigkeit vom jeweiligen Biertyp immer wieder unterschiedliche Produktanforderungen erfüllt werden müssen.
Die unterstützende Betreuung von Praxisversuchen auf Großanlagen sowie die mikrobiologischen Untersuchungen zur Kontrolle der Filtrationsergebnisse sollen dabei durch das Institut für Brauereitechnologie, Weihenstephan (TU München) erfolgen.
3. Schließlich müssen die Laborversuche in praxisnahe Brauereiversuche münden, um die neu entwickelten FHM-Gemische unter Realbedingungen prüfen zu können.
Im Hinblick auf die endgültige Formulierung der Gemische für den Praxiseinsatz besteht noch einiger Entwicklungsbedarf, da sowohl unterschiedliche Filtersysteme als auch unterschiedliche Biere jeweils individuelle Anpassungen des zu verwendenden Filterhilfsmittelgemischs erfordern. Beispielsweise ist die zu erwartende Filterbelastung bei der Filtration von Hefeweißbier proßbedingt um vieles höher, als die Filterbelastung bei der Filtration von Pils- oder Lagerbieren. Ferner erfordern auch schwankende CO₂-Gehalte oder andere herstellungsbedingte Eigenheiten der jeweiligen Biersorte eine gezielte Anpassung der eingesetzten Filterhilfsmittelgemische.

Da diese individuelle Verfahrensanpassung auch bei der Filtration mit Kieselgur unumgänglich ist, muß konsequenterweise davon ausgegangen werden, daß die Einführung der kieselgurfreien FHM-Gemische ebenfalls eine kontinuierliche, begleitende Optimierung erfordert. Zur Unterstützung dieser Optimierungsarbeiten soll auf die Mitarbeit von Filtrationsexperten der Fa. Handtmann, Biberach zurückgegriffen werden.

4. Im Stadium der Technikumserprobung bzw. der Praxisversuche auf Großanlagen sind ständige Rezeptur- bzw. Verfahrensoptimierungen zu erwarten. Auch hier wird den Anforderungen einer großen Vielfalt unterschiedlichster Bier- bzw. Getränkessorten durch individuelle Anpassung der Gemischzusammensetzung Rechnung zu tragen sein.
Zudem sind die Ergebnisse des Laborfilters nicht maßstäblich auf Großanlagen übertragbar, da die wesentlich kleineren Apparatedimensionen unter anderem zu Veränderungen des Strömungsverhaltens und der Fluidmechanik führen.
5. Parallel zu den Entwicklungsarbeiten im Bereich Bierfiltration sind die Anwendungsmöglichkeiten der organischen Filterhilfsmittel auf weitere Applikationen zu diversifizieren. Analog zu dem oben Gesagten müssen auch in anderen Anwendungsbereichen Großversuche und laufende Gemischoptimierung wechselseitig ineinander greifen.

3.2 Technikumsanlage

Da der Laborfilter aufgrund seiner Dimensionen nur für die Voroptimierung von Filterhilfsmittel-gemischen geeignet ist, müssen im fortgeschrittenen Stadium der Entwicklung Praxisversuche auf Großanlagen durchgeführt werden. Da man hierfür ~~derart große Materialmengen benötigt, wie sie in einem vertretbaren Zeitraum im Labormaßstab nicht herzustellen sind~~, wird eine Übertragung des „Pattschen Prozesses“ auf eine Technikumsanlage unumgänglich.

Wie bereits in unserem Zwischenbericht vom 31.05.1995 beschrieben, wurde bezüglich einer Technikumsanlage bei der *ASAM Technologie GmbH* in Baienfurt angefragt. Eine Zusammenstellung der wesentlichen Anlagenteile, die für eine Durchführung der Musterproduktion in Baienfurt erforderlich wären, findet sich im Anhang des erwähnten Zwischenberichts.

Alternativ dazu wurde die *Microcellulose Weissenborn GmbH + Co* in Weißenborn/Sachsen kontaktiert. Da am Standort Weissenborn bereits wesentliche Teile der notwendigen technischen Infrastruktur (Abwasserbehandlung etc.) sowie projektrelevantes „Know How“ vorhanden sind, wären die geplanten Versuche auf der dortigen Technikumsanlage besser und vor allem weniger kostenaufwendig zu realisieren.

Generell benötigt man zur Fertigung von laugenbehandeltem Holzfaserstoff nach dem „Pattschen Prozeß“ die folgenden Prozeßschritte (eine schematische Darstellung des beschriebenen Prozeßablaufs findet sich auf der beigelegten Anlagenskizze):

- Erhitzen der Natronlauge auf ca. 90 °C
- Dosierung der 0,1–0,4%igen, heißen Natronlauge
- Dosierung des Holzfaserstoffs (Feststoffgehalt ca. 10%)
- Eigentliche Prozeßstufe (Reaktionszeit 30–60 min, bei etwa 80 °C)
- Vorwäsche, Neutralisation und Nachwäsche auf dem Bandfilter
- Trocknung (z. B. Stromtrockner)
- Mahlen, Klassieren
- Abwasserbehandlung

Da diese Angaben natürlich nur als grobe Richtwerte zu verstehen sind, ist eine Feinabstimmung der Prozeßparameter auch im Hinblick auf die Wirtschaftlichkeit eines großtechnischen Prozesses absolut unumgänglich. Abgesehen davon sind vor allem in chemisch/analytischer Hinsicht natürlich noch zahlreiche Parameter zu optimieren, da ja zunächst nur geklärt wurde, ob sich die störenden Extraktstoffe überhaupt auf einem gangbaren Weg reduzieren lassen (Machbarkeitsstudie).

Aus diesen Gründen ist jedoch eine weitere Betreuung der Entwicklungsarbeiten durch ein geeignetes chemisch/analytisches Institut nicht nur notwendig, sondern unabdingbar. Im Hinblick darauf, daß die seitherigen Arbeiten zur vollen Zufriedenheit am Institut für Holzchemie der Universität Hamburg ausgeführt wurden, erscheint es wünschenswert, die Arbeitsgruppe von Prof. Patt auch weiterhin in die Projektbetreuung einzubeziehen.

3.3 Praxisversuche

Nach der Herstellung von ausreichenden Mengen an „laugenbehandeltem Holzfaserstoff“ werden auf verschiedenen Großanlagen Praxisversuche durchgeführt. Hierbei sind, wie bereits mehrfach erwähnt, ständige Rezeptur- bzw. Verfahrensoptimierungen zu erwarten. Als Richtwert für Versuche auf industrieüblichen Trommelfiltern sind überschlägig ca. 5–10 t Material zu veranschlagen, weshalb die gesamte, auf einer Technikumsanlage zu produzierende Materialmenge ca. 100 t beträgt.

3.4 Entsorgung

Der Filtrationssektor ist ein sehr vielseitiger Anwendungsbereich, der in unterschiedlicher Form in nahezu allen modernen Industriezweigen Verwendung findet. Es ist daher unmöglich, *ein* globales Konzept zur Entsorgung verbrauchter Filterhilfsmittel zu entwickeln!

Kieselgur verursacht als anorganischer Rohstoff hinsichtlich der Entsorgung zahlreiche Probleme: Eine Verbrennung der verbrauchten Gur ist nicht möglich, da sie weder Heizwert besitzt noch brennbar ist und außerdem durch ihre feinteiligen Stäube Rauchgasfilter und sonstige Sicherseinrichtungen nachhaltig beschädigt. Das Ausbringen auf Ackerland bei anschließendem Unterpflügen ist ebenfalls sehr problematisch, da der Eintrag von anorganischem Material in die Böden nicht in unbegrenztem Maße möglich ist. Die Aufarbeitung der verbrauchten Gur ist ebenfalls keine gangbare Entsorgungsalternative, da sie aufwendig ist und die enormen Mengen an verbrauchter Kieselgur nicht wirtschaftlich recyceln kann.²

Da zudem im Bereich der Bierfiltration häufig mit zugesetzten (chem.) Stabilisatoren gearbeitet wird, muß die verbrauchte Kieselgur in der Regel einer Sondermülldeponie zugeführt werden. Die daraus resultierenden, durchschnittlichen Kosten betragen ca. 600 DM/t Kieselgur (Bierfiltration) bzw. ca. 1500 DM/t Kieselgur (technische Filtration von Problemstoffen). Ein Vermischen der Gur mit Malztrebern ist nicht möglich, weil die Futtermittelverordnung dieses nicht zuläßt.

Organische Filterhilfsmittel auf Zellstoff- oder Holzfaserbasis bieten dagegen unterschiedliche Entsorgungsmöglichkeiten. Beispielsweise können cellulischen Filterkuchen aus der metallverarbeitenden Industrie (werden verwendet zum Abtrennen von Metallspänen) in den Hochofen eingespeist werden – wobei es sich als vorteilhaft erweist, daß die Cellulose selbst einen relativ hohen Heiz- bzw. Brennwert besitzt. Positiver Nebeneffekt ist zudem die Wiedergewinnung des abgetrennten Wertstoffguts (Metallspäne) in Form von geschmolzenem Metall.

² In Deutschland sind jährlich zwischen 75 000 und 100 000 t Kieselgur zu entsorgen. Die daraus resultierenden Kosten schwanken zwischen 50 und 1500 DM/t (Stand 1994).

Eine weitere Möglichkeit der Entsorgung organischer Filterhilfsmittel besteht in der Kompostierung der verbrauchten Materialien, sofern die Kuchen nicht mit irgendwelchen umweltschädlichen Stoffen kontaminiert sind (Chemikalien, Öl etc.). Große Mengen an organischen Filterhilfsmitteln werden auch von der Zucker- bzw. Stärkeindustrie verbraucht. Hierbei werden die Filterkuchen mit gutem Gewinn an Mischfutterhersteller verkauft, die das nährstoffreiche Material zur Tierverfütterung verwenden.

Im Rahmen des vorliegenden Projekts sollen vor allem zwei Entsorgungswege für verbrauchte Filterhilfsmittel weiter entwickelt und auf ihre Einsatzmöglichkeit in anderen Anwendungsbereichen untersucht werden.

1. **Kompostierung.** Auf Empfehlung von Herrn Prof. Dr. Schröder (FH Rosenheim) wurde mit Prof. Dr. Bibingmaier (Universität Essen) und Dr. Menner (Fraunhofer Institut für Lebensmittel-Technologie, München) Kontakt aufgenommen. Durch die Zusammenarbeit bzw. Beratung soll unter anderem die bestmögliche Kompostierungsart für Filterabfälle gefunden werden (Rotten im Freien, Bioreaktoren, andere technische Anlagen). Auch die direkte Verwendung zur Bodenverbesserung durch die Einbringung in Äcker oder Gärten ist zu prüfen (geschlossener Rohstoffkreislauf), ebenso die Anwendung in der Forstwirtschaft.
2. **Tierversütterung.** Mehrere Kunden des Antragstellers (z. B. Fa. Cerestar, Krefeld) entsorgen bereits ihre verbrauchten Filterkuchen über den Verkauf an Mischfutterhersteller. In Zusammenarbeit mit diesen Kunden soll untersucht werden, inwieweit sich dieses Konzept auch auf andere Filtrationsapplikationen übertragen lässt.

Als Fazit kann festgehalten werden, daß die bereits vorhandenen Entsorgungsmöglichkeiten positive Ansatzpunkte für Weiterentwicklungen bieten. Sollte es tatsächlich gelingen, die Kieselgur in größerem Maße am Markt zu ersetzen, so sind diese Konzepte noch ausbaufähig und zudem durch weitere Alternativen zu ergänzen.

4 Stand der Wissenschaft und Technik

Nachdem die moderne Filtrationstechnologie ein so vielschichtiges und differenziert zu betrachtendes Anwendungsgebiet darstellt, kann an dieser Stelle keine allgemeingültiger Überblick zum Stand der Technik gegeben werden. Statt dessen wird auf die Angaben des ursprünglichen Projektantrags zur Phase I (Laborphase) verwiesen, sowie auf die folgenden Literaturstellen.

- „Handbuch der industriellen Fest/Flüssig-Filtration“. H. Gasper (Hrsg.). Hüthig Verlag, Heidelberg (1990).
- „Brauertechnologie der 90er Jahre“. H. Schafft, Mögglingen. Seminar an der Ingenieurschule für Lebensmittelindustrie, Dippoldiswalde (1990).
- „Grenzflächenkräfte und Fest-Flüssig-Trennung“. W. Gösele, Ludwigshafen. *Filtrieren und Separieren* 9/1 (1995). 14.
- „Sterilfiltration von Bier“. J. Kiefer. *Brauindustrie* 11 (1993), 86.
- „Kieselgurfiltration, ein Überblick über die theoretischen Grundlagen“. J. Kiefer. *Brauwelt* (Sonderdruck).
- „Kriterien der Fein- und Entkeimungsfiltration und ihre Bewertung“. R. Gaub. *Brauwelt* 1/2 (1993). 20.

- „Einsatz von Stärke und Zellstoff. Grenzen bei der Kieselgur-Bierfiltration“. H. Willmar, Weihenstephan. *Brauwelt* 126/4 (1985), 126.
- „Cellulose als Filterhilfsmittel“. J. Speckner, München. *Brauwelt* 124/46 (1984), 2058.
- „Filtration“. G. Schmidt, Gräfelfing. *Brauindustrie* 2 (1989), 94

5 Bisherige Arbeiten des Antragstellers

JRS verarbeitet seit Jahrzehnten Holzmehle und Cellulosen zu hochwertigen Faserstoffen, die inzwischen in über 50 verschiedene Industriebereichen eingesetzt werden. Dabei konnte vor allem in den Bereichen thermische Verfahrenstechnik (Trocknen), Mahlen/Fibrillieren, Sichten/Sieben, Granulieren, Kompaktieren, Pelletieren etc. eigenes Produkt-Know How entwickelt und verfeinert werden. JRS vermarktet seine Produkte über ein weltweites Vertriebsnetz, das mittlerweile mehr als 100 Vertretungen umfaßt.

Ein wichtiges Betätigungsfeld des Unternehmens sind Filtrationsanwendungen. Auch hier konnten bereits umfangreiche anwendungstechnische Kenntnisse und Erfahrungen gesammelt werden, die im Kontakt zum Kunden ständig ausgebaut und verfeinert werden.

Für Informationen zu Projektphase I (Laborphase) sei auf den Zwischenbericht vom 31.05.1995 bzw. unseren Abschlußbericht (Jan. 1996) verwiesen, in denen der bisherige Projektverlauf, die durchgeführten Untersuchungen und deren Ergebnisse zusammenfassend dargestellt sind. Zudem wurden der bisherige Projektverlauf sowie die weiteren geplanten Entwicklungsarbeiten auch in einem persönlichen Gespräch mit Herrn Dr. Gottschau (FNR) ausführlich dargelegt.

6 Arbeitsplan

Siehe beigefügte Anlage.

Ablaufskizze „Pattscher Prozeß“

-JRS -

